

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-317558

(43)Date of publication of application : 16.11.1999

(51)Int.Cl.

H01S 3/08

H01P 1/203

(21)Application number : 10-304488

(71)Applicant : TRUMPF LASERTECHNIK
GMBH

(22)Date of filing : 26.10.1998

(72)Inventor : SCHLUETER HOLGER

(30)Priority

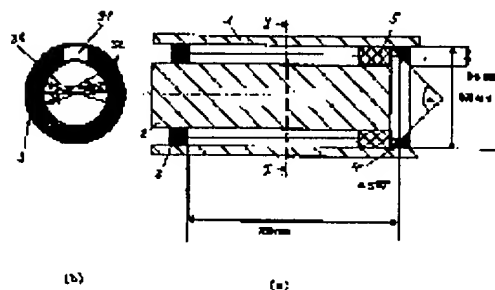
Priority number : 97 19747060 Priority date : 24.10.1997 Priority country : DE

(54) LASER RESONATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a laser resonator which is seithwently insensitive to an adjustment and reformable and able to convolute without deteriorating a laser beam in quality, even if a convolution reflection mirror is used.

SOLUTION: A laser resonator is equipped with a first edge reflecting mirror 3, a second edge reflecting mirror 4, and a coaxial electrode 2, and a laser beam reflected in the direction of the symmetrical axis of the laser resonator is made to penetrate in an azimuthal manner in each section through a resonator space ring-shaped in cross section. In this case, a second edge reflecting mirror 4 is formed of a conical mirror which diverts an impinging laser beam to an azimuthally facing opposed region of a resonator space.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.06.2000

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3292466

[Date of registration] 29.03.2002

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

**Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The laser cavity which the laser beam which was equipped with the following and reflected in the symmetrical shaft orientation of a laser cavity here and there between these electrodes makes turn the laser beam with which the edge reflecting mirror (4) of the above 2nd collides the resonator space of a ring-like cross section in the laser cavity which flows through in azimuth for every portion into the field which counters like an azimuth of resonator space, respectively and which is mostly characterized by the bird clapper from the mirror of a cone. The 1st one edge reflecting mirror and the 2nd one edge reflecting mirror (3 4) The electrode of the same axle (11 1, 2; 10, 12)

[Claim 2] The laser cavity according to claim 1 to which the gryposis of the edge reflecting mirror of the above 1st is carried out to radial at an anchor ring (torus) configuration, and it is characterized by one side of the aforementioned reflecting mirror having a beam-of-light discharge aperture in a field small in azimuth.

[Claim 3] The laser cavity according to claim 1 or 2 characterized by showing elevation of a screw type through two fields which counter in azimuth especially for every field in order that the edge reflecting mirror of the above 1st may choose the inclination of a special azimuth-beam of light.

[Claim 4] The laser cavity according to claim 1 or 2 characterized by the peak radius by which the edge reflecting mirror of the above 1st showed elevation of a screw type through two semicircle ring portions, and correspondence arrangement was carried out there at the gryposis of the shape of the anchor ring of the edge reflecting mirror of the above 2nd decreasing according to growth of an azimuth in order to raise the inclination of the aforementioned azimuth-beam of

light.

[Claim 5] The laser cavity according to claim 2 to which the cone reflecting mirror for choosing special azimuth beam-of-light inclination is characterized by having the opening angle which is in agreement with the peak radius by which correspondence arrangement was carried out in the edge reflecting mirror of the above 1st by which the gyroscopy was carried out to the shape of the anchor ring.

[Claim 6] The laser cavity according to claim 1 or 4 characterized by having the opening angle which is in agreement with the configuration of the edge reflecting mirror of the above 1st which changes in azimuth through two semicircle ring portions in order to raise the azimuth beam-of-light inclination of the aforementioned cone reflecting mirror.

[Claim 7] The laser cavity of the claims 1-6 characterized by preparing the 1st attachment component (5) slightly shifted to the beam-of-light discharge aperture which is used in order to select the special hand of cut of a laser beam depending on the case for mechanical electrode stabilization, and which was attached in the edge of a resonator given in any 1 term.

[Claim 8] The laser cavity according to claim 7 characterized by preparing the 2nd attachment component (5) which countered the 1st attachment component of the above in azimuth, and has been arranged.

[Claim 9] The laser cavity of the claim 1-8 characterized by the aforementioned electrode touching resonator space and directly given in any 1 term.

[Claim 10] The laser cavity according to claim 9 characterized by split-face-izing the aforementioned electrode front face in order to oppress waveguide mode.

[Claim 11] the laser cavity of the claim 1-10 characterized by the electrode which adjoins radial having the distance to several several cm mm shell in order to oppress waveguide mode, and in order to suppress the wavelength effect generated within a laser cavity in the case of a RF gas evolution given in any 1 term

[Claim 12] The laser cavity of the claim 1-11 characterized by a number of things which are collapsed in two or more [-fold / one layer or], and correspond, and for which it collapses and has a reflecting mirror given in any 1 term.

[Claim 13] The laser cavity according to claim 12 characterized by preparing the 1st [further] in the field where the aforementioned resonator space was collapsed, and the 2nd attachment component (9).

[Claim 14] The laser cavity according to claim 12 or 13 characterized by being collapsed doubly and grounding the outermost electrode (12).

[Claim 15] The laser cavity of the claim 1-14 to which the aforementioned resonator is characterized by the unstable thing in the direction of an azimuth given in any 1 term.

[Claim 16] The laser cavity of the claim 1-15 characterized by forming at least one of the aforementioned edge reflecting mirrors in the shape of a ring given in any 1 term.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention is equipped with the 1st one edge reflecting mirror and the 2nd one edge reflecting mirror, and the electrode of the same axle, and

the laser beam reflected in the symmetrical shaft orientation of a laser cavity here and there between these electrodes is related with the laser cavity which flows through in azimuth for every portion in the resonator space of a ring-like cross section.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally this kind that has the discharge structure of the same axle of conventional resonator is used for the object for highly efficient laser for laser, i.e., the object which has a laser output to several kW, and the gas laser like especially a carbon dioxide laser.

[0003] The laser cavity which has the cross section of the shape of a ring which became the basis of such conventional technology is indicated by the Federal Republic of Germany patent No. 4123024 specification. It has the electrode of the cylindrical shape which this laser cavity has been arranged at the same axle, and equipped the edge with two reflecting mirrors which counter mutually, and a laser beam rotates the circumference of the symmetry axis of a resonator in azimuth by the above-mentioned method among these reflecting mirrors. In this case, the direct file especially of one side of an edge reflecting mirror can be carried out to an internal electrode, or it can manufacture to this and one, and what is necessary will be to adjust only an external electrode and an other-end section reflecting mirror as the result.

[0004] The further laser cavity which has the ring-like cross section which can adjust relatively two pieces or the reflecting mirror beyond it relatively [mutual] to an electrode together with this is also well-known. If an example is given about this, the Federal Republic of Germany patent No. 4120530 specification or a U.S. Pat. No. 5353299 specification can be pointed out. Also in the case of the laser which is well-known, a beam of light is rotated in azimuth from these patents. The method by which the configuration and laser beam of an edge reflecting mirror are emitted has fundamentally the difference between well-known laser or a laser cavity from the above-mentioned patent.

[0005] The coaxial laser of another kind made to generate the laser beam which has a ring sector-like cross section from the Federal Republic of Germany patent application public presentation No. 4421600 official report is well-known. In the case of this well-known laser, the further reflecting mirror which forms a laser beam in addition to both edge reflecting mirrors is required. According to it, the time and effort of adjustment of laser was this thing.

[0006] The coaxial laser which has the resonator stabilized from the Federal Republic of Germany patent No. 4424726 specification is well-known. In this case, a laser beam is drawn through very complicated reflecting mirror arrangement so that an at least almost homogeneous laser beam may be emitted in the center.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] the overall composition whose lead condition of the beam of light in resonator space, as for the fault about the above-mentioned whole resonator, limits resonator space -- it is depending to exact adjustment of a member very sensitively Even if it is the case where what is necessary is just to adjust only one reflecting mirror, these all bring about the beam-of-light path which deviated from the center clearly, therefore imperfect beam-of-light quality also with very slight angle deflection. the adjustment problem of the above [reservation of sufficient beam-of-light quality] -- or an addition -- collapsing -- an injection of a reflecting mirror -- completely -- ** -- although it cannot say, difficulty is often brought about

[0008] The purpose of this invention is offering the laser cavity in which re-formation is possible so that it can collapse without losing this by a laser cavity's being fully insensible to adjustment, therefore spoiling beam-of-light quality depending on the case even when [further] it collapses

and a reflecting mirror's is used.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is characterized by the laser cavity which the 2nd edge reflecting mirror makes turn the laser beam which collides into the field which counters like an azimuth of resonator space, respectively and which consisted of mirrors of a cone mostly.

[0010] The cross section of the shape of a ring perpendicularly oriented to the optical axis between reflection by the above 1st and the 2nd edge reflecting mirror is passed. And the laser beam which rotates in azimuth involving the symmetry axis placed centering on the ring according to the passage of time along with this ring It collides with the portion of the shape of a ring of the 2nd edge reflecting mirror of the cone by this invention corresponding to this. It reflects in the field of a ring [which reflects / as opposed to / an optical axis / first] mostly in a right angle the laser beam to which this collides with each, and counters in azimuth by this, and exists / which is twisted about 180 degrees and exists /-like collision side, and returns in the direction of the edge reflecting mirror of ** a 1st by the 2nd reflection there. In this case, an essential thing is returning at the same angle with having generated on the reflecting mirror of a cone in front until it results in the inclination of the azimuth-light which needs the beam-of-light inclination turned doubly for rotation of a beam of light by the case.

[0011] the case of the conventional ring-type resonator -- the outside of collimation of a reflecting mirror -- carrying out -- the result which is the basis whose each laser beam is the fixed degree of tilt angle, and collides with the first reflecting mirror again first by radial movement as the result after the reversal reflection by other reflecting mirrors and movement radial [double] is brought about The same degree of tilt angle reaches the radial transition to which the colliding point of the reflecting mirror of a cone corresponds first in the case of the laser cavity by this invention. The laser beam reflected by the double reflection in the cone reflecting mirror which has the opening angle (description of an exact opening angle is mentioned later) of about 45 degrees to an optical axis is the same angle, namely, is again generated in the 1st reflecting mirror, i.e., the field which counters in azimuth, at an angle of radial transition zero. One layer or the high beam-of-light quality in the case of the resonator collapsed in the pile is guaranteed in itself by peculiar balance of the inaccuracy of this emergency adjustment. [many] the 2nd reflecting mirror of the cone according to this invention to the 1st reflecting mirror row -- for example, circular or a cone -- or it can form in the shape of a ring for accumulating especially in the purpose of cooling of an internal electrode The reflecting mirror portion of the shape of two or more partial ring equivalent to this can be considered without restraining the idea of a general this invention.

[0012] In the 1st embodiment of this invention, the gryposis of the 1st edge reflecting mirror is carried out to radial at the anchor ring (torus) configuration, and it is characterized by one side of a reflecting mirror having a beam-of-light discharge aperture in a field small in azimuth. The gryposis of an anchor ring form guarantees that only the angle of 180 degrees is always transferred to a laser beam by this invention, and it maintains the radius optimal in the case of the circular rotation. Discharge of the laser beam after perfect circular rotation is attained by one aperture which occupies the slightly small portion around the shape of a ring of one reflecting mirror by the structurally easy method.

[0013] Moreover, the 2nd embodiment of this invention is characterized by showing elevation of a screw type through two fields which counter in azimuth especially for every field, in order that the 1st edge reflecting mirror may choose the inclination of a special azimuth-beam of light. Not

only the reason of generating of a laser beam but since it gives priority to fixed azimuth-elevation of especially a laser beam, elevation of the screw type to which the 1st edge reflecting mirror maintains the configuration of a spiral belt portion in the shape of a salient is used. Because, a beam of light is reflected by turns here and there in between two halves of a ring gap by this invention, and by it, it is considered so that it may have the reflecting mirror portion of two screw types which especially a laser cavity counters in azimuth.

[0014] Furthermore, in order to raise the inclination of an azimuth-beam of light, the 3rd embodiment of this invention is considered so that the peak radius by which correspondence arrangement was carried out may decrease that the 1st edge reflecting mirror shows elevation of a screw type through two semicircle ring portions, and there according to growth of an azimuth to the gryposis of the shape of the anchor ring of the 2nd edge reflecting mirror. In the case of this embodiment in which the 1st reflecting mirror covers the perimeter and has azimuth-elevation, azimuth-elevation of a beam of light increases continuously during rotation of a semicircle until it flows out of a beam-of-light discharge aperture. It acts on the contrary to the turn which is caused by azimuth-elevation of the beam of light with which the peak radius which specifies the gryposis of the shape of the anchor ring of this 1st reflecting mirror decreases according to growth of an azimuth, therefore increases and which was turned to the method of outside by radial so that a beam of light may collide with the reflecting mirror of a cone within the radius prepared in spite of this increase.

[0015] And the cone reflecting mirror for the 4th embodiment of this invention choosing special azimuth beam-of-light inclination is characterized by having the opening angle which is in agreement with the peak radius by which correspondence arrangement was carried out in the 1st edge reflecting mirror by which the gryposis was carried out to the shape of the anchor ring. this has overall or the advantage [the 1st edge reflecting mirror which went up spirally partially, therefore was complicated by the manufacturing-technology target] that the reflecting mirror by which the gryposis was only carried out to the anchor ring form can be used instead of In consideration of ring rotation, guidance of a required beam of light is performed through the conformity of the opening angle of a cone reflecting mirror to the peak radius of the 1st edge reflecting mirror of an anchor ring form. Although it is thought with it being exact that an opening angle with an angle of 45 degrees is required when azimuth-elevation of a beam of light which is only rocked is extinguished without rotating in azimuth between two fields of a cross section with a circular beam of light which counter, each other can be offset with the opening angle which deviates from azimuth-elevation of a final beam of light partly as a matter of fact after this according to this invention.

[0016] Furthermore, the 5th embodiment of this invention is characterized by having the opening angle which is in agreement with the configuration of the 1st edge reflecting mirror where a cone reflecting mirror changes in azimuth through two semicircle ring portions, in order to raise the azimuth beam-of-light inclination of a cone reflecting mirror. The beam of light which goes up comparatively strongly is held by this at a fixed radius, increasing in azimuth in connection with the 3rd embodiment especially.

[0017] It is used in order that the 6th embodiment of this invention may select the special hand of cut of a laser beam further again depending on the case for mechanical electrode stabilization, and it is attached in the edge of a resonator, and is characterized by the 1st attachment component slightly shifted to the beam-of-light discharge aperture. An internal electrode is fixable only to the edge at which the 1st reflecting mirror side counters with the circular side which exists perpendicularly to an optical axis, i.e., the reflecting mirror of the cone in which a

beam of light is reflected from all directions. However, it can hold by one stabilizer etc. in this by the shading section field shifted merely [in azimuth] slightly at the cone reflecting mirror side occurring through a beam-of-light discharge aperture, without injuring the course of a beam of light for an internal electrode, and can connect with an external electrode. This stabilizer consists of non-conductivity material, such as a ceramic, as a typical thing.

[0018] Other embodiments of this invention are characterized by the 2nd attachment component which countered the 1st attachment component in azimuth and has been arranged. Although it is not possible without continuous reflection of a ring-like cross section from the direction of both to stabilize an internal electrode by the cone reflecting mirror side at once in the case of the conventional resonator which rotates only 180 degrees completely before a beam of light collides with a discharge aperture, the reflecting mirror of the cone by this invention just enables fixation of these azimuth-both sides. An azimuth rotation position is because 180 degrees is twisted to this as opposed to an outflow aperture, it gets mixed up directly in process of passage of a beam of light and it passes.

[0019] The embodiment of further others of this invention is characterized by an electrode contacting resonator space and directly. This is ******(ed) to advantageous cooling of the resonator space from the interior and the outside. A metal electrode is because it is conductivity also thermally.

[0020] In order that another embodiment may oppress waveguide mode besides this invention, it considers as the feature so that an electrode surface split face may be formed. Formation in waveguide mode is suppressed by this so that in favor of the diffusion distribution of the beam of light in an electrode wall.

[0021] It is this invention, and also in order to oppress waveguide mode, and in order to suppress the wavelength effect generated within a laser cavity in the case of a RF gas evolution, the electrode which adjoins radial is characterized by embodiment another otherwise as [have / the distance from several mm to several cm]. An inter-electrode distance expanded to conventional 1 or the conventional circular ring diameter of 2mm promotes free propagation of a light wave additionally to the beam of light guided through an electrode wall.

[0022] It is characterized by other embodiments of a laser cavity as [have / a reflecting mirror / the number which a laser cavity is collapsed in two or more /-fold / one layer or], and corresponds collapses, and]. As already stated, the edge reflecting mirror of a cone is collapsed and enables use of the optical member of an addition like a reflecting mirror for the first time. The inaccuracy of adjustment is because it is removed by the reflecting mirror of the cone which offsets the radial transition to generate by reflection at the same angle.

[0023] Still more nearly another embodiment is characterized by the 1st [further] in the field where resonator space was collapsed, and the 2nd attachment component. a beam of light flows out through a discharge aperture -- a few -- before -- for the first time -- said -- 1 -- or the azimuth to which only 180 degrees was transferred Since advance of the overall beam of light which collapses, and crosses the field of a cylinder, and comes out of a discharge aperture, and is continued in resonator space generates all the shading section fields that collapse and correspond within a cylinder In the field of the reflecting mirror of a cone, the fixation by which the overall electrode which are both sides, therefore it is mutually mixed and exists in all the operational status of laser was stabilized is possible.

[0024] It is characterized by still more nearly another embodiment of a laser cavity as [ground / the outermost electrode / the laser cavity is collapsed doubly and]. When the number to collapse is even, it is possible to place an external electrode in large quantities and to raise the safety of

work by it, and it is desirable.

[0025] Furthermore, a resonator is characterized by another embodiment as [unstably] in the direction of an azimuth. Although sufficient beam-of-light coherence is guaranteed according to the gap distance limited in radial, as long as a stable resonator is used in the azimuth-direction according to the comparatively high Fresnel number, the risk of multiplex vibration arises in the azimuth-direction. Therefore, the azimuth-instability of a resonator is used for the improvement of beam-of-light quality, in order to distinguish the mode.

[0026]

[Embodiments of the Invention] this invention is explained based on a drawing below. Drawing 1 - drawing 4 indicate the 1st example of the resonator by this invention which exists in it and which was similarly equipped with the internal electrode 2 of a cylindrical shape to be the external electrode 1 of a cylindrical shape. Both one side of an electrode, especially external electrodes can be grounded. The symmetry axis of a resonator is displayed by S.

[0027] The laser cavity has two edge reflecting mirrors 3 and 4. Although, as for the edge reflecting mirror 3, a front reflecting mirror is displayed on below, in the case of the example displayed on drawing 1 - drawing 4, this is formed by method which a beam of light rotates in the middle-space of the shape of a ring between both electrodes in the direction of an azimuth. The possible form of the front reflecting mirror which attains this is further explained to below. Discharge opening or the discharge aperture in the edge reflecting mirror 3 is displayed as 31. A laser beam flows out through this aperture. Although the edge reflecting mirror 4 prepared in the side which counters is similarly displayed on below as a back reflection mirror, this is the cone equipped with $\alpha \leq 90$ degrees of cone angles. This back reflection mirror 4 turns its direction into the field which exists a laser beam in the side which counters in azimuth. As for a laser beam, reversal reflection is again made from there to the front reflecting mirror 3.

[0028] The plan of the front reflecting mirror 3 displayed on drawing 1 (b) shows various beam-of-light paths 33 between various points 32 of each pencil of lines colliding [beam-of-light], and various points 32 produced based on arrangement of the reflecting mirror 4 by this invention in a row colliding [beam-of-light]. The size indicated by drawing 1 (a) is a thing as an example, and does not restrict this invention.

[0029] Drawing 2 shows the beam-of-light path between reflecting mirrors 3 and 4 in perspective. In this case, it having to be careful is arranged on left-hand side in drawing 1 (a) in another side, although the reflecting mirror 3 is arranged on right-hand side in drawing 2. The same drawing reference number is given to the same portion so that it can omit explaining others anew. However, it must point clearly that electrodes 1 and 2 are not illustrated from the reasons of description at drawing 2. The stabilizer 5 which counters in azimuth exists among electrodes 1 and 2. Especially the stabilizer 5 that consists of an insulating material and consists of ceramic material holds the internal electrode 2 by the back reflection mirror 4 side of a cone relatively to the external electrode 1. Especially the stabilizer 5 is arranged in the near position at the discharge opening 31. In this arrangement, not both stabilizers "block" the beam of light turning around the inside of a resonator in practice. The adjustment insensible nature of the laser cavity by this invention is remarkably raised by the stabilizer which it has in the embodiment which was excellent in this invention.

[0030] Drawing 3 shows the cross section of the laser cavity by this invention on the I-I line of drawing 1 (a). The discharge opening 31 occupies the small portion of the resonator space 6 which has a circular cross section surrounded by electrodes 1 and 2 in the azimuth-direction so that clearly also from drawing 3. Furthermore, it is shown that one stabilizer 5 adjoins the

discharge opening 31 in direct azimuth, and drawing 3 is arranged. In the direct opposite side, other stabilizers 5 exist in the cone ring formula reflecting mirror 4 side. Therefore, both stabilizers 5 are arranged to the shading section field of the discharge opening 31.

[0031] Drawing 4 is a perspective diagram, the practical embodiment of the laser cavity by this invention is shown, and each drawing reference number as which each portion is displayed in drawing 1 - drawing 3 is attached in that case. Therefore, detailed explanation of drawing 4 is omitted.

[0032] About selection of fixed azimuth beam-of-light inclination, three examples can be given as an example so that it may indicate below. In the case of the 1st, the front reflecting mirror 3 is an anchor ring type purely, and it does not have azimuth-elevation. In this case, the peak radius of a front reflecting mirror and the inclination of a cone back reflection mirror overlap, and must be stuck by pressure so that priority may be given to the same azimuth-beam-of-light inclination. In this case, the mode in which it has this beam-of-light inclination is the peculiar mode of a resonator. In order to select a hand of cut still more nearly special in order to perform this double mode distinction additionally, a stabilizer adjoins a discharge aperture directly, or to/or this, a position is changed and only 180 degrees is arranged.

[0033] In the case of the 2nd, the front reflecting mirror is equipped with the field which goes up to a screw type through the field which counters like other azimuths depending on one case in order to generate beam-of-light inclination. In this case, the front reflecting mirror has the azimuth-elevation especially penetrated through the field of the shape of two half-ring. The peak radius of the front reflecting mirror which decrease in number in azimuth carries out an opposite operation to transition to a way outside radial [which grows according to the increasing azimuth beam-of-light inclination].

[0034] Drawing 5 - drawing 7 and drawing 9 - drawing 11 show the profile of the reflecting mirror in the 3rd by the so-called camper description. Camper z gives the distance of a point with the coordinate of the flat surface which touches a reflecting mirror at the specified point and which was indicated on the abscissa, respectively. Drawing 5 shows the camper z (a unit is m) as a function of the azimuth-angle Φ (red). A reflecting mirror profile consists of two portions which a crack produces in between in the azimuth-direction, and a camper changes to alignment in that case so that clearly from this drawing. In the case of the rotation which minds the front reflecting mirror 3 in the direction of an azimuth, by elevation of a screw type, a camper does two-times reduction continuously and leaps up to the maximum again after half-rotation so that clearly from drawing 5.

[0035] Drawing 9 shows one of the examples of other, and azimuth-elevation changes to alignment through all rotations, and, subsequently to maximum, leaps up again.

[0036] Although drawing 6 and drawing 10 show the camper z (unit m) as a function of a radius r (unit m) to degree Φ =of azimuth target angle 0, and $\Phi=\pi+0.01$, drawing 7 and drawing 11 show the camper z to whom it corresponds for angle $\Phi=\pi$ as a function of a radius r (unit m), and angle $\Phi=2\pi$.

[0037] Drawing 8 shows progress of the peak radius $r_s(\phi)$. Although a peak radius moves to symmetrical shaft orientation further during rotation with increase of azimuth beam-of-light inclination, the opening angle of a cone reflecting mirror decreases simultaneously. The radius of the center of a reflecting mirror is displayed by r_m . Camper z is indicated by drawing 8 (b) as a function of the radius r in the cross section on the A-A line of drawing 2 (a).

[0038] Drawing 12 shows the example of further others in which the laser cavity is collapsed in one layer. Also in this case, the drawing reference number with the same, same portion is

attached. It reflects in the two more ring reflecting mirror 4 of the cone to which this exists a beam of light in the same edge from the front reflecting mirror 3 although it collapses and the reflecting mirror 8 is formed. 9 shows the shading section field which exists in the case of this embodiment, therefore shows a possible position for the stabilizer made from a ceramic. these positions -- although it is slightly partial, it can also have a stabilizer Although the middle electrode 10 is grounded in this case, the alternating voltage of a RF is supplied to the electrodes 11 and 12 of the interior of another side, and the exterior. this example -- the same -- being the further -- it collapses and a cylinder can be considered In this case, the laser cavity by this invention has a series of advantages.

[0039] The laser of a high performance is realizable with the laser cavity by this invention based on the quality of diffusion cooling attained by direct contact of a metal electrode with a gas chamber. In this case, a ring gap with a fixed thickness of 1cm or less is maintained, for example, without restraining the idea of this invention. Use of the electrode of the same axle of the number beyond two pieces or it brings about high electric optical efficiency, when a resonator is a compact structure gestalt.

[0040] These electrodes usually cover a perimeter enclosure at the edge of a front reflecting mirror, and are connected with this. A multiplex fold lump of the resonator for letting the coaxial electric discharge structure of the plurality [stabilizer / of both sides / (for example, width of face of 5 to 10mm)] in azimuth of the edge of the reflecting mirror of a cone pass is made possible, and moreover, it is arbitrary spatial directions respectively and safe positioning is enabled on use and operation of laser.

[0041]

[Effect of the Invention] The laser cavity in which the reconstitution is possible can be offered so that a laser cavity can collapse without according to [as stated above] this invention it being fully insensible to adjustment, therefore spoiling beam-of-light quality depending on the case even when [further] it collapses and a reflecting mirror is used, or losing this.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the 1st example of the laser cavity by this invention, and (a) is drawing of longitudinal section and (b) is the plan of a front reflecting mirror simple substance.

[Drawing 2] It is the perspective diagram showing the beam-of-light path of the laser cavity by this invention.

[Drawing 3] It is a cross section on the I-I line of drawing 1 (a).

[Drawing 4] It is actually the perspective diagram of the 1st example of assembly ****.

[Drawing 5] It is the graphical representation showing one example of the beam-of-light inclination of the front reflecting mirror of the laser cavity by this invention.

[Drawing 6] It is the graphical representation showing other examples of the beam-of-light inclination of the front reflecting mirror of the laser cavity by this invention.

[Drawing 7] It is the graphical representation showing the example of further others of the beam-of-light inclination of the front reflecting mirror of the laser cavity by this invention.

[Drawing 8] The transverse-plane schematic diagram in which (a) shows the configuration of a reflecting mirror, and (b) are graphical representations shown as a function of the radius r on the A-A line of (a) in drawing showing progress of a peak radius.

[Drawing 9] It is the graphical representation showing other examples of drawing 5 .

[Drawing 10] It is the graphical representation showing other examples of drawing 6 .

[Drawing 11] It is the graphical representation showing other examples of drawing 7 .

[Drawing 12] It is drawing of longitudinal section of the 2nd example of the resonator by this invention collapsed in one layer.

[Description of Notations]

1, 2, 10, 11, 12 Electrode

3 Four Reflecting mirror

5 Stabilizer

6 Resonator Space

8 Collapse and it is Reflecting Mirror.

9 Shading Section Field

31 Opening

32 Point Colliding [Beam-of-Light]

33 Beam-of-Light Path

特開平 1 1 - 3 1 7 5 5 8

(43)公開日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 1 1 月 1 6 日

(51)Int.Cl.⁶

H01S 3/08

H01P 1/203

識別記号

庁内整理番号

F I

H01S 3/08

H01P 1/203

技術表示箇所

2

審査請求 有 請求項の数 1 6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平 1 0 - 3 0 4 4 8 8

(22)出願日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 1 0 月 2 6 日

(31)優先権主張番号 1 9 7 4 7 0 6 0 . 2

(32)優先日 1 9 9 7 年 1 0 月 2 4 日

(33)優先権主張国 ドイツ (D E)

(71)出願人 5 9 8 1 4 7 5 0 3

トランプ、レーザーテック、ゲゼルシ
ャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフ
ツングドイツ連邦共和国、ディツィンゲン、ヨハ
ン・マウス・ストラーセ、2

(72)発明者 ホルガー、シュリューター

ドイツ連邦共和国、シュツットガルト、ヘ
ベルストラーセ、2 エー

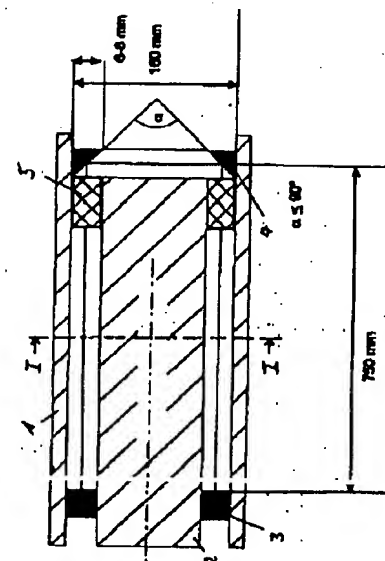
(74)代理人 弁理士 押田 良久

(54)【発明の名称】 レーザ共振器

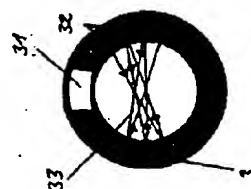
(57)【要約】

【課題】 レーザ共振器が調整に対して十分に無感覚であり、したがって場合によってはさらなる畳み込み反射鏡を使用したときでも、光線品質を損い、あるいはこれを失うことなしに畳み込むことができるように再形成可能なレーザ共振器を提供する。

【解決手段】 1 個の第 1 の端部反射鏡および 1 個の第 2 の端部反射鏡と、同軸の電極とを備え、該電極の間でレーザ共振器の対称軸の方向にあちこち反射されたレーザ光線が、リング状の断面の共振器空間を部分毎に方位角的に貫流するレーザ共振器において、前記第 2 の端部反射鏡 (4) が、衝突するレーザ光線をそれぞれ共振器空間の方位角的に対向する領域に方向転換させるほぼ円錐形の鏡からなることを特徴とする。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 個の第 1 の端部反射鏡および 1 個の第 2 の端部反射鏡 (3 , 4) と、同軸の電極 (1 , 2 ; 1 0 , 1 1 , 1 2) とを備え、該電極の間でレーザ共振器の対称軸の方向にあちこち反射されたレーザ光線が、リング状の断面の共振器空間を部分毎に方位角的に貫流するレーザ共振器において、前記第 2 の端部反射鏡 (4) が、衝突するレーザ光線をそれぞれ共振器空間の方位角的に対向する領域に方向転換させるほぼ円錐形の鏡からなることを特徴とするレーザ共振器。

【請求項 2】 前記第 1 の端部反射鏡が、半径方向にトーラス (円環面) 形状に弯曲され、前記反射鏡の一方が方位角的に小さな領域において光線放出窓を有することを特徴とする請求項 1 記載のレーザ共振器。

【請求項 3】 前記第 1 の端部反射鏡が、特殊な方位角的な光線の勾配を選択するために領域毎に、特に方位角的に対向する 2 つの領域を介して螺旋形の上昇を示すことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のレーザ共振器。

【請求項 4】 前記方位角的な光線の勾配を高めるために、前記第 1 の端部反射鏡が 2 つの半円リング部分を介して螺旋形の上昇を示し、かつそこで前記第 2 の端部反射鏡のトーラス状の弯曲に対応配置された頂点半径が、方位角の成長にしたがって減少することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のレーザ共振器。

【請求項 5】 特殊な方位角的な光線勾配を選択するための円錐形反射鏡が、トーラス状に弯曲された前記第 1 の端部反射鏡に対応配置された頂点半径に一致する開口部角度を有することを特徴とする請求項 2 記載のレーザ共振器。

【請求項 6】 前記円錐形反射鏡の方位角的な光線勾配を高めるために、2 つの半円リング部分を介して方位角的に変化する前記第 1 の端部反射鏡の形状に一致する開口部角度を有することを特徴とする請求項 1 または 4 記載のレーザ共振器。

【請求項 7】 機械的な電極安定化のため、および場合によってはレーザ光線の特別な回転方向を選定するために使用される、共振器の端部に取り付けられた光線放出窓に対して僅かにずらされた第 1 の保持部材 (5) を設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項記載のレーザ共振器。

【請求項 8】 前記第 1 の保持部材に方位角的に対向して配置された第 2 の保持部材 (5) を設けたことを特徴とする請求項 7 記載のレーザ共振器。

【請求項 9】 前記電極が共振器空間と直接接触していることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項記載のレーザ共振器。

【請求項 1 0】 導波管モードを抑圧するために、前記電極表面が粗面化されていることを特徴とする請求項 9 記載のレーザ共振器。

【請求項 1 1】 導波管モードを抑圧するため、および

高周波ガス放出の際にレーザ共振器内で発生する波長効果を抑制するために、半径方向に隣接する電極が数 mm から数 cm までの距離を有することを特徴とする請求項 1 ~ 1 0 のいずれか 1 項記載のレーザ共振器。

【請求項 1 2】 一重または複数重に畳み込まれ、かつ対応する数の畳み込み反射鏡を有することを特徴とする請求項 1 ~ 1 1 のいずれか 1 項記載のレーザ共振器。

【請求項 1 3】 前記共振器空間の畳み込まれた領域内のさらなる第 1 および第 2 の保持部材 (9) を設けたことを特徴とする請求項 1 2 記載のレーザ共振器。

【請求項 1 4】 二重に畳み込まれ、かつ最外部の電極 (1 2) が接地されていることを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 記載のレーザ共振器。

【請求項 1 5】 前記共振器が、方位角の方向において不安定であることを特徴とする請求項 1 ~ 1 4 のいずれか 1 項記載のレーザ共振器。

【請求項 1 6】 前記端部反射鏡の少なくとも 1 つがリング状に形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 5 のいずれか 1 項記載のレーザ共振器。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、1 個の第 1 の端部反射鏡および 1 個の第 2 の端部反射鏡と、同軸の電極とを備え、該電極の間でレーザ共振器の対称軸の方向にあちこち反射されたレーザ光線が、リング状の断面の共振器空間を部分毎に方位角的に貫流するレーザ共振器に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 同軸の放出構造を有するこの種の従来の共振器は、一般的に高性能レーザ用、すなわち数 kW までのレーザ出力を有するレーザ用、および特に炭酸ガスレーザのようなガスレーザ用に使用されるものである。

【 0 0 0 3 】 このような従来技術の基になったリング状の断面を有するレーザ共振器は、ドイツ連邦共和国特許第 4 1 2 3 0 2 4 号明細書に記載されている。このレーザ共振器は同軸に配置され、かつその端部に 2 個の互いに対向する反射鏡を備えた円筒形の電極を持っており、レーザ光線はこれら反射鏡の間で上記の方法で共振器の対称軸の周囲を方位角的に回転する。この場合には特に端部反射鏡の一方を内部電極に直接接続し、あるいはこれと一体に製作することができ、その結果として外部電極および他方の端部反射鏡だけを調整すればよいことになる。

【 0 0 0 4 】 これと並んで 2 個またはそれ以上の反射鏡を電極に対して相対的に、または相互に相対的に調整することができるリング状の断面を有するさらなるレーザ共振器も公知になっている。これについて例を挙げるならば、ドイツ連邦共和国特許第 4 1 2 0 5 3 0 号明細書または米国特許第 5 3 5 3 2 9 9 号明細書を指摘することができる。これら特許から公知になっているレーザの

場合にも、光線は方位角的に回転する。上記の特許から公知のレーザ、あるいはレーザ共振器の間の相違は、基本的には端部反射鏡の形状とレーザ光線が放出される方法にある。

【 0 0 0 5 】ドイツ連邦共和国特許出願公開第 4 4 2 1 6 0 0 号公報からは、リングセクタ状の断面を有するレーザ光線を発生させる別の種類の同軸レーザが公知になっている。この公知のレーザの場合には、双方の端部反射鏡に加えてレーザ光線を形成するさらなる反射鏡が必要である。レーザの調整はそれに応じて手間がかかるものであった。

【 0 0 0 6 】ドイツ連邦共和国特許第 4 4 2 4 7 2 6 号明細書からは、安定した共振器を有する同軸レーザが公知である。この場合には中央で少なくともほぼ均質なレーザ光線が放出されるように、極めて複雑な反射鏡配置を介してレーザ光線が導かれる。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】上記の共振器全体についての欠点は、共振器空間内の光線の進み具合が、共振器空間を限定する全体的な構成部材の正確な調整に極めて敏感に依存することである。ただ 1 つの反射鏡を調整するだけでよい場合であっても、極めて僅かな角度偏差でも、これらは全て明らかに中心を逸脱した光線経路、したがって不完全な光線品質をもたらすのである。十分な光線品質の確保は、上記の調整問題によりあるいは追加の畳み込み反射鏡の投入によって全くと言えないまでも、しばしば困難をもたらす。

【 0 0 0 8 】本発明の目的は、レーザ共振器が調整に対して十分に無感覚であり、したがって場合によってはさらなる畳み込み反射鏡を使用したときでも、光線品質を損い、あるいはこれを失うことなしに畳み込むことができるように再形成可能なレーザ共振器を提供することである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は、第 2 の端部反射鏡が、衝突するレーザ光線をそれぞれ共振器空間の方位角的に対向する領域に方向転換させるほぼ円錐形の鏡から構成されたレーザ共振器を特徴とするものである。

【 0 0 1 0 】前記第 1 および第 2 の端部反射鏡による反射の間で、光軸に対して垂直に方向付けられたリング状の断面を通過し、かつこのリングに沿って時間の経過にしたがってリング中心に置かれた対称軸を巡って方位角的に回転するレーザ光線は、これに対応する本発明による円錐形の第 2 の端部反射鏡のリング状の部分に衝突し、これがそれぞれに衝突するレーザ光線をまず光軸に対してほぼ直角に反射し、かつこれによって方位角的に対向して存在する、ほぼ 1 8 0 ° 振じれて存在するリング状の衝突面の領域において反射し、かつそこで第 2 の反射によって第 1 の端部反射鏡の方向に戻す。この場合

本質的なことは、二重に方向転換された光線勾配が、場合によっては光線の回転のために必要な方位角的な光の勾配に至るまで、前に円錐形の反射鏡上で発生したと同一の角度で復帰することである。

【 0 0 1 1 】従来のリング型共振器の場合には、反射鏡の照準外しは、各々レーザ光線が一定の傾斜角度のもとで、かつその結果として半径方向の移動によってまず他の反射鏡に、そして二重の半径方向の移動による反転反射の後で再び最初の反射鏡に衝突する結果をもたらす。同じ傾斜角度は、本発明によるレーザ共振器の場合には、まず円錐形の反射鏡の衝突点の対応する半径方向の転移に到達する。光軸に対して約 4 5 ° の開口部角度（正確な開口部角度の記述は後述する）を有する円錐形反射鏡における二重の反射によって反射されたレーザ光線は、同一の角度で、すなわち半径方向の転移ゼロの角度で再び第 1 の反射鏡に、つまり方位角的に対向する領域において発生する。この方一の調整の正確さの固有の均衡によって、それ自体一重または多数重に畳み込まれた共振器の場合の高い光線品質が保証されるのである。第 1 の反射鏡ならびに本発明による円錐形の第 2 の反射鏡は、例えば円形あるいは円錐形、または特に内部電極の冷却の目的のためにリング状に形成することができる。全般的な本発明の着想を制約することなしに、これに相当する複数の部分リング状の反射鏡部分を考えることができる。

【 0 0 1 2 】本発明の第 1 の実施態様では、第 1 の端部反射鏡が半径方向にトーラス（円環面）形状に弯曲されており、反射鏡の一方が方位角的に小さな領域において光線放出窓を有することを特徴とする。トーラス形の弯曲は、レーザ光線が本発明により常に 1 8 0 ° の角度だけ転移されて、その円形回転の際に最適の半径を維持することを保証する。完全な円形回転後のレーザ光線の放出は、構造的に簡単な方法で一方の反射鏡のリング状の周囲の僅かに小さな部分を占める 1 個の窓によって達成される。

【 0 0 1 3 】また本発明の第 2 の実施態様は、第 1 の端部反射鏡が特殊な方位角的な光線の勾配を選択するために、領域毎に、特に方位角的に対向する 2 つの領域を介して螺旋形の上昇を示すことを特徴とする。第 1 の端部反射鏡が、突起状に螺旋ベルト部分の形状を維持する螺旋形の上昇は、レーザ光線の発生のためだけでなく、特にレーザ光線の一定の方位角的な上昇を優先するために使用される。何故ならば本発明により、光線はリング間隙の 2 半分の間を交互にあちこち反射され、特にレーザ共振器が方位角的に対向するような 2 つの螺旋形の反射鏡部分を持つように配慮されている。

【 0 0 1 4 】さらに本発明の第 3 の実施態様は、方位角的な光線の勾配を高めるために、第 1 の端部反射鏡が 2 つの半円リング部分を介して螺旋形の上昇を示すこと、およびそこで第 2 の端部反射鏡のトーラス状の弯曲に対

応配置された頂点半径が、方位角の成長にしたがって減少するように配慮されている。第 1 の反射鏡がその全周に亘って方位角的な上昇を有するこの実施態様の場合には、光線の方位角的な上昇は光線放出窓から流出するまでの半円形の回転中に連続的に増加する。この増加にもかかわらず、用意された半径内で光線が円錐形の反射鏡に衝突するように、この第 1 の反射鏡のトーラス状の彎曲を規定する頂点半径が、方位角の成長にしたがって減少し、したがって増大する光線の方位角的な上昇によって起こされる、半径方向で外方に向けられた方向転換に対して反対に作用する。

【 0 0 1 5 】そして本発明の第 4 の実施態様は、特殊な方位角的な光線勾配を選択するための円錐形反射鏡が、トーラス状に彎曲された第 1 の端部反射鏡に対応配置された頂点半径に一致する開口部角度を有することを特徴とする。これは全体的または部分的に螺旋状に上昇し、したがって製造技術的には複雑化された第 1 の端部反射鏡の替わりに、単にトーラス形に彎曲された反射鏡を使用することができるという利点を持っている。リング回転を考慮して必要な光線の案内は、トーラス形の第 1 の端部反射鏡の頂点半径に対する、円錐形反射鏡の開口部角度の適合を通じて行われる。光線が円形の断面の 2 つの対向する領域の間で、方位角的に回転することなしに、単に揺動するような光線の方位角的な上昇が消滅する場合には、正確に 45° の角度の開口部角度が必要であると思われるが、本発明にしたがって事実上、最終的な光線の方位角的な上昇をこれから幾らか逸脱する開口部角度によって相殺することができる。

【 0 0 1 6 】またさらに本発明の第 5 の実施態様は、円錐形反射鏡の方位角的な光線勾配を高めるために、円錐形反射鏡が 2 つの半円リング部分を介して方位角的に変化する第 1 の端部反射鏡の形状に一致する開口部角度を有することを特徴とする。これによって、特に第 3 の実施態様との関連で、方位角的に増大しながら比較的強く上昇する光線が一定の半径に保持される。

【 0 0 1 7 】さらにまた本発明の第 6 の実施態様は、機械的な電極安定化のためおよび場合によってはレーザ光線の特別な回転方向を選定するために使用され、共振器の端部に取り付けられ、光線放出窓に対して僅かにずらされた第 1 の保持部材を特徴とする。光軸に対して垂直に存在する円形面によって、すなわちあらゆる方向から光線の反射を行わせる円錐形の反射鏡によって、内部電極は第 1 の反射鏡の側の対向する端部のみ固定することができる。しかし光線放出窓を通じて、円錐形反射鏡の側に方位角的にほんの僅かにずらされた陰影部領域が発生し、この中に内部電極を光線の進路を害することなしに、1 個のスタビライザなどによって保持することができ、かつ外部電極に接続することができる。このスタビライザは代表的なものとしては、セラミックなどの非伝導性材料からなる。

【 0 0 1 8 】本発明の他の実施態様は、第 1 の保持部材に方位角的に対向して配置された第 2 の保持部材を特徴とする。光線が放出窓に衝突する前に、リング状の断面を継続的な反射なしに一度は完全に 180° だけ回転する、従来の共振器の場合には、円錐形反射鏡の側で内部電極の安定化を行うことは、双方の方向からは可能ではないが、まさに本発明による円錐形の反射鏡は、この方位角的な両側の固定を可能にする。何故ならば方位角的な回転位置は、流出窓に対しておおよびこれに対して 180° 戻じれて光線の通過の過程で直接相前後して通過されるからである。

【 0 0 1 9 】本発明のさらに他の実施態様は、電極が共振器空間と直接接触することを特徴とする。これは内部および外部からの共振器空間の有利な冷却に資するものである。何故ならば金属製の電極は、熱的にも伝導性であるからである。

【 0 0 2 0 】本発明の他に別の実施態様は、導波管モードを押圧するために、電極表面粗面化されるように特徴とする。これによって電極壁部での光線の拡散分布に有利なように、導波管モードの形成が抑制される。

【 0 0 2 1 】本発明のまたさらに他に別の実施態様は、導波管モードを押圧するためおよび高周波ガス放出の際にレーザ共振器内で発生する波長効果を抑制するために、半径方向に隣接する電極が、数 mm から数 cm までの距離を有するように特徴とする。従来の 1 乃至 2 mm の円形リング直径に対して拡大された電極間の距離は、電極壁部を通じて案内される光線に対して、追加的に光波の自由な伝播を促進する。

【 0 0 2 2 】レーザ共振器の他の実施態様は、レーザ共振器が一重または複数重に畳み込まれ、かつ対応する数の畳み込み反射鏡を有するように特徴とする。すでに述べたように円錐形の端部反射鏡は、畳み込み反射鏡のような追加の光学的部材の使用を初めて可能にする。何故ならば調整の不正確さは、発生する半径方向の転移を同一の角度での反射によって相殺する円錐形の反射鏡によって除去されるからである。

【 0 0 2 3 】さらに別の実施態様は、共振器空間の畳み込まれた領域内のさらなる第 1 および第 2 の保持部材を特徴とする。光線は放出窓を通じて流出する少し前に、初めて同一のまたは 180° だけ転移された方位角の、全体的な畳み込みシリンダーの領域を横断し、また放出窓から出て共振器空間内で継続される光線の進行が、全ての畳み込みシリンダー内で対応する陰影部領域を発生させるので、円錐形の反射鏡の領域では両側で、したがってレーザの全ての運転状態において互いに入り交じって存在する全体的な電極の安定した固定が可能である。

【 0 0 2 4 】レーザ共振器のさらに別の実施態様は、レーザ共振器が二重に畳み込まれており、かつ最外部の電極が接地されるように特徴とする。畳み込みの数が偶数の場合には、外部電極を大量に置きそれによって作業の

安全性を高めることが可能であり、かつ望ましい。

【 0 0 2 5 】またさらに別の実施態様は、共振器が方位角の方向において不安定であるように特徴とする。半径方向において限定された間隔距離によって、十分な光線コヒーレンスが保証されるが、方位角の方向においては、比較的高いフレネル数に応じて方位角の方向において安定的な共振器が使用される限りにおいて、多重振動の危険が生ずる。したがって共振器の方位角的な不安定は、モードを区別するため、よって光線品質の改善のために使用される。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】以下本発明を図面に基いて説明する。図 1 ～図 4 は円筒形の外部電極 1 と、その中に存在する同じく円筒形の内部電極 2 を備えた本発明による共振器の第 1 の実施例を示す。双方の電極の一方、特に外部電極は接地することができる。共振器の対称軸は S で表示されている。

【 0 0 2 7 】レーザ共振器は 2 つの端部反射鏡 3 および 4 を持っている。端部反射鏡 3 は以下において前方反射鏡とも表示されるが、これは図 1 ～図 4 に表示された実施例の場合には、方位角の方向において光線が双方の電極の間のリング状の中間的空間内で回転するような方法で形成されている。これを達成する前方反射鏡の可能な形態については、さらに以下において説明を行う。端部反射鏡 3 の中の放出開口部、あるいは放出窓は 3 1 と表示されている。この窓を通じてレーザ光線が流出する。対向する側に設けられた端部反射鏡 4 は、以下において同様に後方反射鏡と表示されるが、これは円錐角 $\alpha \leq 90^\circ$ を備えた円錐形である。この後方反射鏡 4 は、レーザ光線を方位角的に対向する側に存在する領域内に方向を転ずる。そこからレーザ光線は、再び前方反射鏡 3 へ反転反射がなされる。

【 0 0 2 8 】図 1 (b) に表示された前方反射鏡 3 の平面図は、個々の線束のさまざまな光線衝突点 3 2、ならびに本発明による反射鏡 4 の配置を基として生ずる様々な光線衝突点 3 2 の間の様々な光線通路 3 3 を示すものである。図 1 (a) に記載された寸法は、例としてのものであり本発明を制限するものではない。

【 0 0 2 9 】図 2 は、反射鏡 3 および 4 の間の光線通路を遠近画法で示すものである。この場合に注意しなければならないことは、図 2 においては反射鏡 3 は右側に配置されているが、他方において図 1 (a) では、左側に配置されていることである。その他は、改めて説明することを省略できるように、同じ部分には同じ図面参照番号が付してある。しかし明確に指摘しておかなければならないのは、図 2 では記述上の理由から、電極 1 および 2 が図示されていないことである。電極 1 および 2 の間には、方位角的に対向するスタビライザ 5 が存在する。絶縁材料からなり、特にセラミック材料からなるスタビライザ 5 は、外部電極 1 に対して相対的に円錐形の後方

反射鏡 4 の側で内部電極 2 を保持している。特にスタビライザ 5 は、放出開口部 3 1 に至近の位置に配置されている。この配置の場合には、双方のスタビライザは共振器内を回転する光線を、実際上「妨害」することがないのである。本発明の優れた実施態様において備えられるスタビライザによって、本発明によるレーザ共振器の調整無感受性が著しく高められる。

【 0 0 3 0 】図 3 は、図 1 (a) の I - I 線上における本発明によるレーザ共振器の断面を示す。図 3 から明らかなように放出開口部 3 1 は、方位角の方向に電極 1 および 2 によって取り囲まれた、円形の断面を有する共振器空間 6 の小さな部分を占めている。さらに図 3 は 1 個のスタビライザ 5 が、直接方位角的に放出開口部 3 1 に隣接して配置されていることを示す。その直接の向かい側には、円錐形リング式反射鏡 4 の側に、他のスタビライザ 5 が存在する。したがって双方のスタビライザ 5 は、放出開口部 3 1 の陰影部領域に配置されている。

【 0 0 3 1 】図 4 は斜視図であって、本発明によるレーザ共振器の実施態様を示すものであって、その場合に個々の部分は図 1 ～図 3 において表示されているようなそれぞれの図面参照番号が付されている。したがって図 4 の詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 2 】一定の方位角的な光線勾配の選定に関しては、以下に記載するように、例として 3 つの実施例を挙げることができる。第 1 の場合は、前方反射鏡 3 が純粋にトーラス型であり、方位角的な上昇を有しない。この場合には前方反射鏡の頂点半径および円錐形後方反射鏡の勾配は、同一の方位角的光線勾配を優先するように、重なり合って圧着されていなければならない。その場合はこの光線勾配を有するモードは、共振器の固有のモードである。追加的にこの二重のモード区別を行うために、さらに特別な回転方向を選定するためには、スタビライザが放出窓に直接隣接するか、かつ／またはこれに対して 180° だけ位置を転じて配置される。

【 0 0 3 3 】第 2 の場合には、前方反射鏡は光線勾配を発生させるために、1 つの場合によっては他の方位角的に対向する領域を介して、螺旋形に上昇する領域を備えている。この場合には前方反射鏡は、特に 2 つの半リング状の領域を介して貫通する方位角的な上昇を持っている。増大する方位角的な光線勾配によって成長する半径方向の外方への転移には、方位角的に減少する前方反射鏡の頂点半径が反対の作用をする。

【 0 0 3 4 】図 5 ～図 7 および図 9 ～図 11 は、そのいわゆるキャンパ記述で第 3 の場合の反射鏡の輪郭を示すものである。キャンパ κ は、規定された点で反射鏡に接するそれぞれ横座標上に記載された平面の座標で点の距離を与えるものである。図 5 は、方位角的な角度 $\Phi h i$ (赤色) の関数としてのキャンパ κ (単位は m) を示す。この図から明らかなように、反射鏡輪郭は方位角の方向において、間に亀裂が生ずる 2 つの部分からなり、

10

20

30

40

50

その場合にキャンバは、線形に変化する。図 5 から明らかなようにキャンバは、方位角の方向に前方反射鏡 3 を介する回転の際に、螺旋形の上昇によって連続的に二倍減少し、半回転の後で再びその最大値に跳ね上がる。

【0035】図 9 は他の実施例の 1 つを示すものであって、方位角の上昇が全回転を経て線形に変化し、ついで再び最大値に跳ね上がる。

【0036】図 6 および図 10 は、方位角の角度 ϕ $\phi = 0$ および $\phi = \pi + 0$ 、01 に対する半径 r (単位 m) の関数としてのキャンバ z (単位 m) を示すものであるが、図 7 および図 11 は、半径 r (単位 m) の関数としての角度 $\phi = \pi$ および角度 $\phi = 2\pi$ のための対応するキャンバ z を示すものである。

【0037】図 8 は、頂点半径 r 、 (ϕ) の経過を示す。頂点半径は、方位角的な光線勾配の増大とともに、回転中は一層対称軸の方向に移動するが、同時に円錐形反射鏡の開口部角度は減少する。反射鏡の中心の半径は、 r_m で表示されている。図 8 (b) ではキャンバ z は、図 2 (a) の A-A 線上の断面における半径 r の関数として記載されている。

【0038】図 12 は、レーザ共振器が一重に畳み込まれているさらに他の実施例を示すものである。この場合にも同一の部分は同じ図面参照番号が付されている。さらに 2 つの畳み込み反射鏡 8 が設けられているが、これは光線を前方反射鏡 3 から同じ端部に存在する円錐形のリング反射鏡 4 に反射する。9 は、この実施態様の場合に存在する陰影部領域を示し、したがってセラミック製スタビライザにとって可能な位置を示す。これらの位置僅かに部分的ではあるが、スタビライザを備えることもできる。中間の電極 10 は、この場合には接地されているが、他方内部および外部の電極 11、12 には、高周波の交流電圧が供給される。この実施例と同様に、さらなる畳み込みシリンダーが考えられる。この場合には、本発明によるレーザ共振器は、一連の利点を持っている。

【0039】本発明によるレーザ共振器によって、ガス室との金属製電極の直接的な接触によって達成される、拡散冷却の品質を基として、高い性能のレーザが実現可能である。その場合には本発明の着想を制約することなしに、例えば 1 cm 以下の一定の厚さのリング間隙が維持される。2 個またはそれ以上の数の同軸の電極の使用は、共振器がコンパクトな構造形態の場合にも、高い電気的光学的効率をもたらす。

【0040】これらの電極は、前方反射鏡の端部で通常は全周周に亘ってこれと接続されている。円錐形の反射

鏡の端部の方位角的に両側の (例えば 5 から 10 mm の幅の) スタビライザは、複数の同軸放電構造物を通すための共振器の多重の畳み込みを可能にし、かつその上、各々任意の空間的な方位で、レーザの使用および運転上安全な位置決めを可能にする。

【0041】

【発明の効果】以上述べた通り本発明によれば、レーザ共振器が調整に対して十分に無感覚であり、したがって場合によってはさらなる畳み込み反射鏡を使用したときでも、光線品質を損い、あるいはこれを失うことなく畳み込むことができるように再形成可能なレーザ共振器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるレーザ共振器の第 1 の実施例を示す図で、(a) は縦断面図、(b) は前方反射鏡単体の平面図である。

【図 2】本発明によるレーザ共振器の光線通路を示す斜視図である。

【図 3】図 1 (a) の I-I 線上の断面図である。

20 【図 4】実際に組立られた第 1 の実施例の斜視図である。

【図 5】本発明によるレーザ共振器の前方反射鏡の光線勾配の一実施例を示すグラフ図である。

【図 6】本発明によるレーザ共振器の前方反射鏡の光線勾配の他の実施例を示すグラフ図である。

【図 7】本発明によるレーザ共振器の前方反射鏡の光線勾配のさらに他の実施例を示すグラフ図である。

【図 8】頂点半径の経過を示す図で (a) は反射鏡の形状を示す正面概略図、(b) は (a) の A-A 線上における半径 r の関数として示すグラフ図である。

【図 9】図 5 の他の実施例を示すグラフ図である。

【図 10】図 6 の他の実施例を示すグラフ図である。

【図 11】図 7 の他の実施例を示すグラフ図である。

【図 12】一重に畳み込まれた本発明による共振器の第 2 の実施例の縦断面図である。

【符号の説明】

1、2、10、11、12 電極

3、4 反射鏡

5 スタビライザ

6 共振器空間

8 畳み込み反射鏡

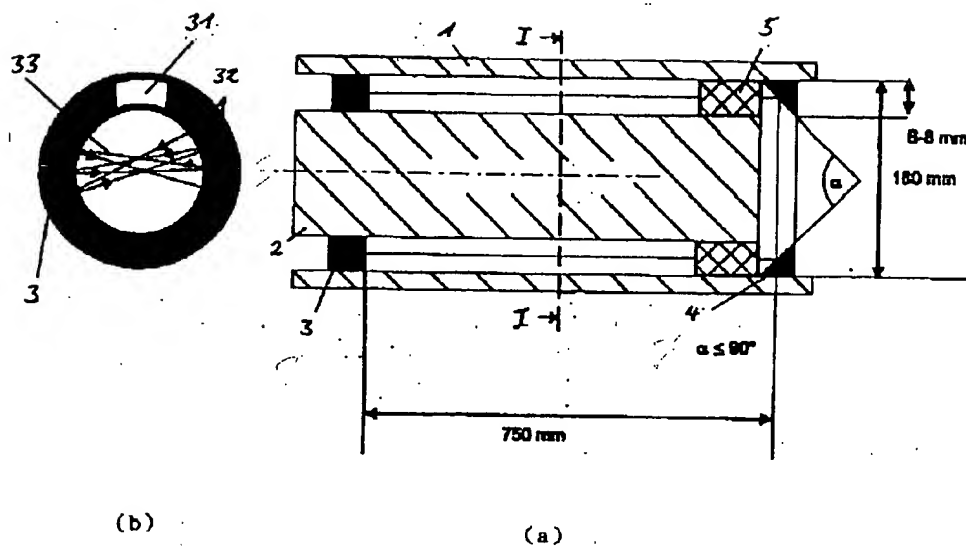
9 陰影部領域

31 開口部

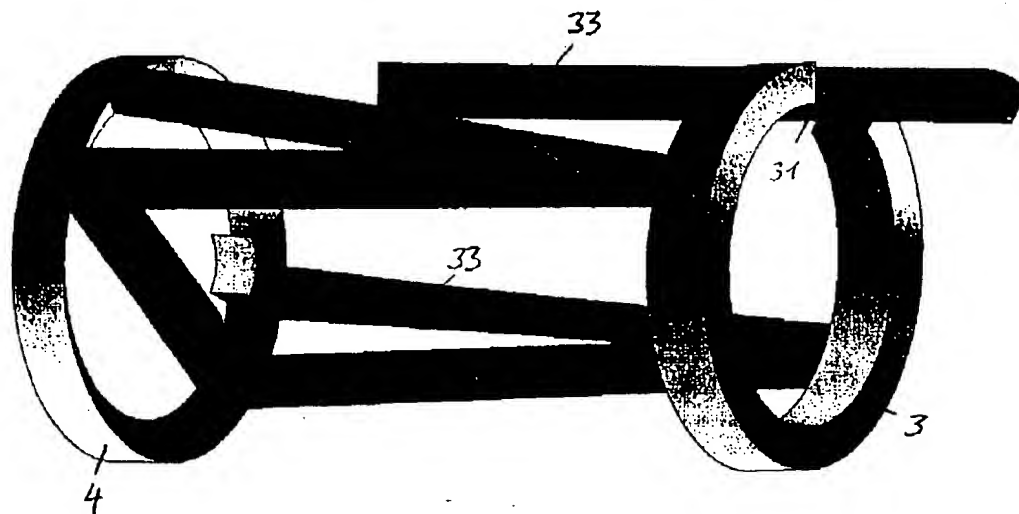
32 光線衝突点

33 光線通路

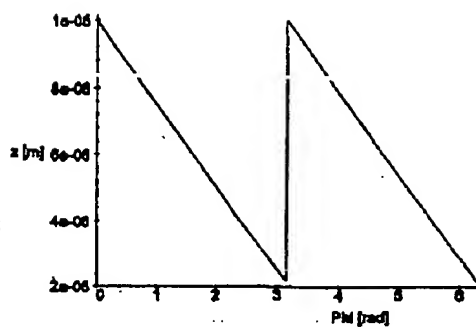
【図 1】



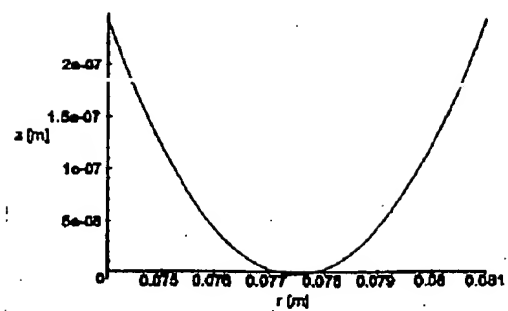
【図 2】



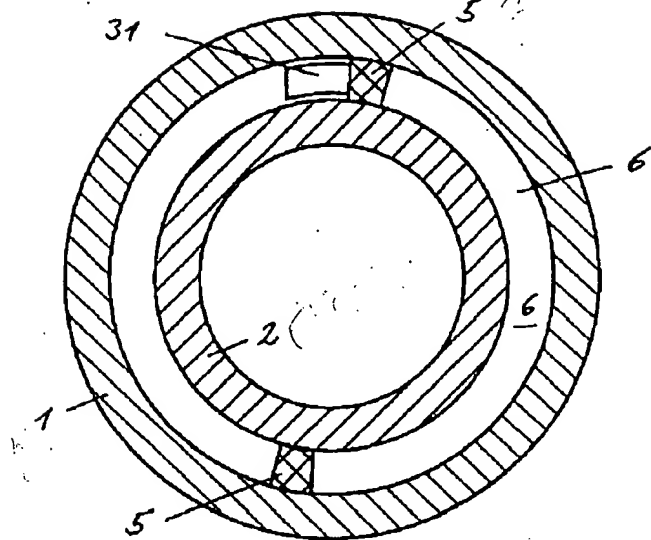
【図 5】



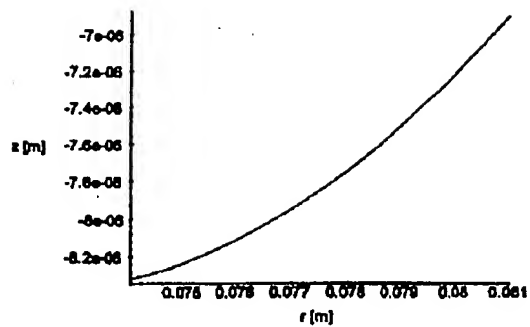
【図 6】



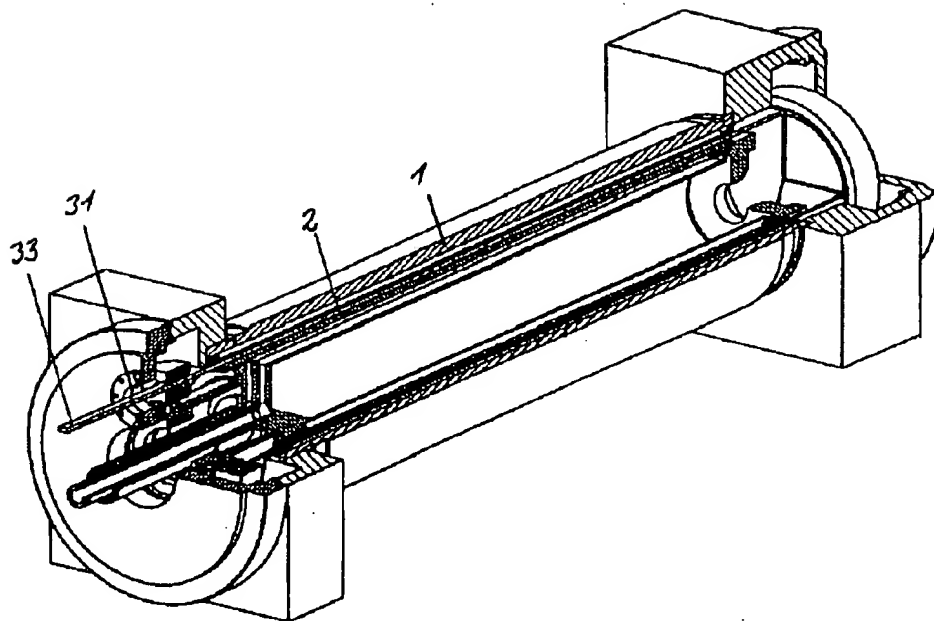
【図 3】



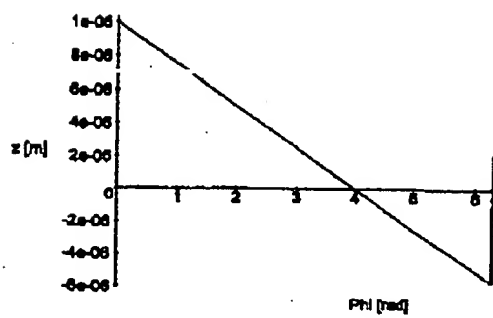
【図 7】



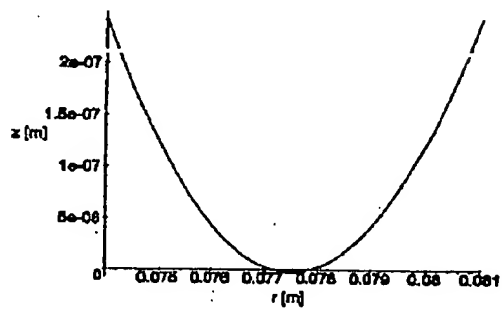
【図 4】



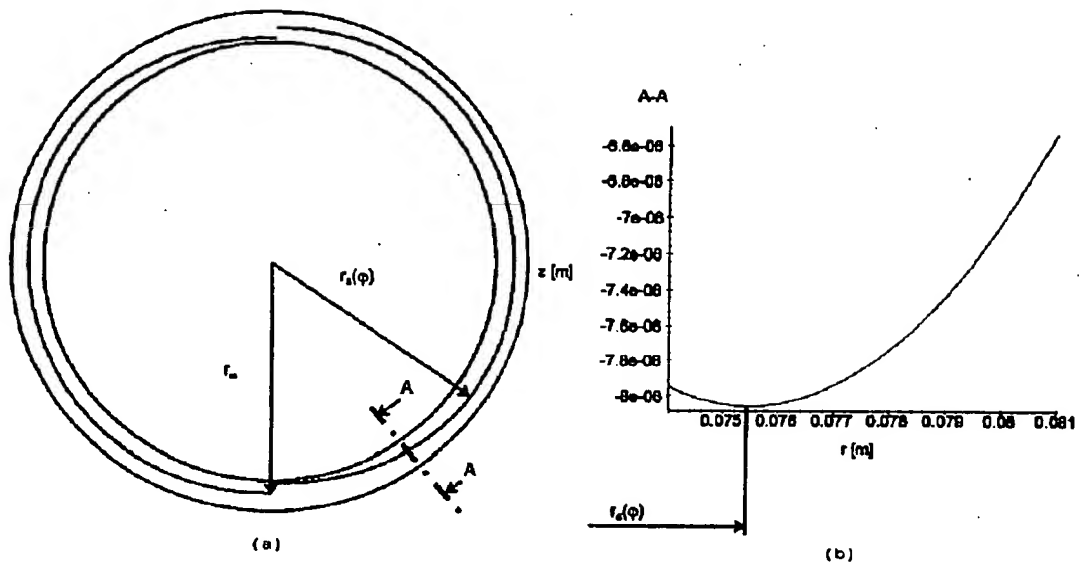
【図 9】



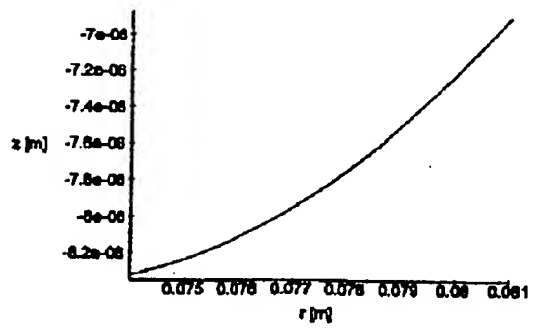
【図 10】



【 図 8 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

